第4章　数据库的安全性

沈明玉

合肥工业大学 Hefei University of Technology 计算机与信息学院

第4章　数据库的安全性

■ **主要内容：**

4.1 数据库安全性概述

4.2 数据库安全性控制

4.3 视图机制

4.4 安全审计

4.5 数据加密

第4章　数据库的安全性

4.1 数据库安全性概述

数据库安全性：是指保护数据库以防止非法用户的越权使用、窃取、更改或破坏数据。

■ **数据库的安全性可以划分为三个层次：**

✓ 网络系统的安全

✓ 操作系统的安全

✓ 数据库管理系统的安全

4.1 数据库安全性概述

◆ **网络系统的安全**

这是数据库的第一个安全屏障。目前网络系统面临的主要威胁有木马程序、网络欺骗、入侵和病毒等。

◆ **操作系统安全**

主要来自网络内所使用操作系统的安全。主要包括：操作系统本身的缺陷、对操作系统的安全配置、病毒的威胁三个方面。

4.1 数据库安全性概述

◆ **数据库系统面临的主要风险**

✓ **操作系统的风险**
数据库系统的安全性最终要靠操作系统和硬件设备所提供的环境，如果操作系统允许用户直接存取数据库文件，即使数据库系统中采取了最可靠的安全措施也没有用。

✓ **管理的风险**
主要指用户的安全意识，对信息网络安全的重视程度及相关的安全管理措施。

✓ **用户的风险**
主要表现在用户账号和对特定数据库对象的操作权限。

✓ **数据库管理系统内部的风险**
DBMS厂商对源码的控制、后门、安全机制等。

4.1 数据库安全性概述

◆ **安全标准**

✓ TCSEC：可信计算机系统评估准则，美国国防部

✓ ITSEC：信息技术安全评估准则，欧洲

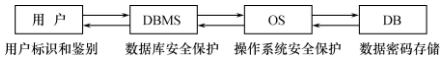
✓ CTCPSEC：加拿大可信计算机产品评估准则，加拿大

✓ CC：通用准则，ISO（我国采用）

第4章 数据库的安全性

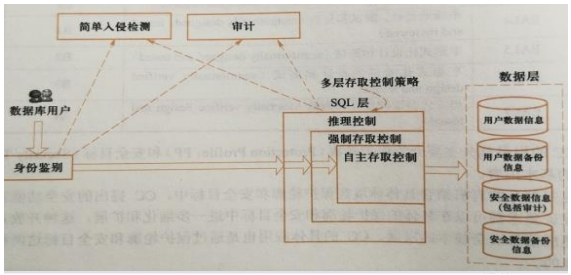
4.2 数据库安全性控制

◆ 数据库系统安全模型



4.2 数据库安全性控制

◆ 数据库管理系统的安全模型



4.2 数据库安全性控制

◆ 数据库安全性控制的常用方法

- ✓用户标识和鉴定
- ✓访问控制
- ✓视图
- ✓审计
- ✓数据加密

4.2 数据库安全性控制

4.2.1 用户标识与鉴别

用户标识：每个合法用户均被赋予一个身份标识。
身份鉴别：鉴别用户的合法身份。

口身份鉴别方法

- ✓静态口令鉴别
- ✓动态口令鉴别
- ✓生物特征鉴别
- ✓智能卡鉴别

4.2 数据库安全性控制

4.2.2 存取控制

◆访问控制机制的组成

- ●定义用户权限
- ●合法权限检查

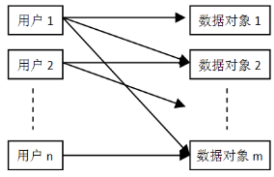
◆常用访问控制方法

- ●自主访问控制 DAC：C2级、灵活
- ●强制访问控制 MAC：B1级、严格

4.2 数据库安全性控制

4.2.3 自主访问控制方法 DAC

- ✓ 主体与客体直接关联；
- ✓ 主体的权限需要授权；
- ✓ 具有授权资格的用户均可实现授权。



4.2 数据库安全性控制

■ 关系数据库系统中的存取权限

对象类型	对象	操作类型
数据库模式	模式	CREATE SCHEMA
	基本表	CREATE TABLE，ALTER TABLE
	视图	CREATE VIEW
	索引	CREATE INDEX
数据	基本表和视图	SELECT，INSERT，UPDATE，DELETE，REFERENCES，ALL PRIVILEGES
	属性列	SELECT，INSERT，UPDATE，REFERENCES ALL PRIVILEGES

4.2 数据库安全性控制

4.2.4 授权：授予与收回

- 通过 SQL 的 GRANT 语句和 REVOKE 语句实现；
- 用户权限组成：数据对象、操作类型；
- 定义用户访问权限：定义用户可以在哪些数据库对象上进行哪些类型的操作。

■ 授权GRANT语句

GRANT ＜权限＞[,＜权限＞] ...
[ON ＜对象类型＞ ＜对象名＞]
TO ＜用户＞[,＜用户＞] …
[WITH GRANT OPTION];

4.2 数据库安全性控制

■ 谁可以发出GRANT

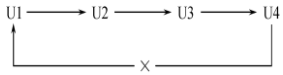
DBA、对象创建者（Owner）、拥有该权限的用户。

■ 可接受权限的用户

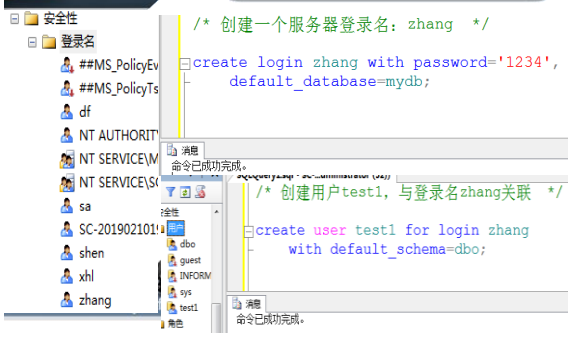
一个或多个具体用户、PUBLIC（全体用户）。

■ WITH GRANT OPTION子句

■ 不允许循环授权：



4.2 数据库安全性控制



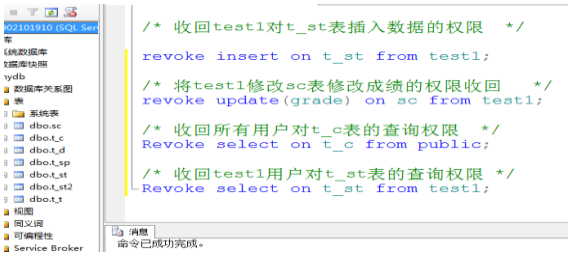
4.2 数据库安全性控制

```
/* 将t_st表的查询权限授予用户test1 */
Grant select on t_st to test1;

/* 将t_c的查询权限授予public  */
Grant select on t_c to public;

/* 将sc表修改成绩的权限授予test1   */
grant update(grade) on sc to test1;

/* 将t_st插入数据的权限授予test1  */
grant insert on t_st to test1;
```

4.2 数据库安全性控制

■ 撤销（收回）权限 *REVOKE*

REVOKE <权限>[,<权限>] … [ON <对象类型> <对象名>]
FROM <用户>[,<用户>] … ;



4.2 数据库安全性控制

■ **创建用户时初始角色授权**

CREATE USER <username>

［WITH］［DBA | RESOURCE | CONNECT］

拥有的权限	可否执行的操作			
	CREATE USER	CREATE SCHEMA	CREATE TABLE	登录数据库 执行数据查询和操纵
DBA	可以	可以	可以	可以
RESOURCE	不可以	不可以	可以	可以
CONNECT	不可以	不可以	不可以	可以，但必须拥有相应权限

4.2 数据库安全性控制

4.2.5 数据库角色

- ✓ 数据库角色：被命名的一组与数据库操作相关的权限。
- ✓ 角色是权限的集合。
- ✓ 可以为一组具有相同权限的用户创建一个角色。
- ✓ 简化授权的过程。
- ✓ 角色的创建： CREATE ROLE <角色名>;
- ✓ 给角色授权：

GRANT <权限>［，<权限>］… ON <对象类型> 对象名

TO <角色>［，<角色>］…;

4.2 数据库安全性控制

- 将一个角色授予其他的角色或用户：

GRANT <角色1>［，<角色2>］… TO <角色3>［，<用户1>］… ［WITH ADMIN OPTION］;

- 角色权限的收回：

REVOKE <权限>［，<权限>］… ON <对象类型><对象名> FROM <角色>［，<角色>］…;

4.2 数据库安全性控制

4.2 数据库安全性控制

4.2.6 强制存取控制MAC

- ✓ 保证更高程度的安全性。
- ✓ 用户不能直接感知或进行控制。
- ✓ 适用于对数据有严格而固定密级分类的部门。
- ✓ 主体 是系统中的活动实体。
  - ➢ DBMS所管理的实际用户
  - ➢ 代表用户的各个进程
- ✓ 客体 是系统中的被动实体，是受主体操纵的。
  - ➢ 文件、基本表、索引、视图。

4.2 数据库安全性控制

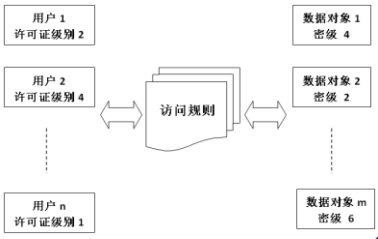
- ✓ **敏感度标记（Label）**
  - 主体的敏感度标记称为许可证级别；
  - 客体的敏感度标记称为密级；
- ✓ **强制存取控制规则**

(1) 仅当主体的许可证级别大于或等于客体的密级时，该主体才能读取相应的客体；

(2) 仅当主体的许可证级别等于客体的密级时，该主体才能写相应的客体；

修正规则： 当主体的许可证级别 <= 客体的密级时，主体能写客体。

4.2 数据库安全性控制



4.3 视图机制

- 作用：把要保密的数据对无权存取这些数据的用户隐藏起来，对数据提供一定程度的安全保护。
- 视图的主要功能是提供数据独立性，无法完全满足要求；
- 视图间接实现了支持存取谓词的用户权限定义。

4.3 视图机制

视图示例：

```
CREATE VIEW CS_Student AS
    SELECT * FROM Student WHERE Sdept='CS';

GRANT SELECT ON CS_Student TO 王平；

GRANT ALL PRIVILIGES ON CS_Student TO 张明；
```


4.4 审计

- ✓ 什么是审计？
- ✓ 审计日志(Audit Log)：将用户对数据库的所有操作记录在上面；
- ✓ DBA利用审计日志：找出非法存取数据的人、时间和内容；
- ✓ C2以上安全级别的DBMS必须具有。

4.4 审计

■ **审计事件**

- **服务器事件**
  如：启动、停止、配置文件的重新加载等。
- **系统权限**
  审计对结构、模式等对象的操作权限是否是通过系统权限获得的。
- **语句事件**
  对各种SQL语句的审计。
- **模式对象事件**
  对特定模式对象（表、视图、过程、函数等）进行查询或更新操作的审计。

4.4 审计

■ **审计功能**

- **基本功能**
  能提供多种审计查阅方式。
- **提供多套审计规则**
  在数据库初始化时设定，方便审计员管理。
- **提供审计分析和报表功能**
- **审计日志管理功能**
- **提供查询审计设置及审计记录信息的专门视图**

4.4 审计

■ **AUDIT和NOAUDIT语句**

AUDIT 语句：设置审计功能

NOAUDIT 语句：取消审计功能

- 用户级审计：一般用户使用，对自己的数据对象进行审计。
- 系统级审计：DBA设置，监测成功或失败的登录、授权或收回操作，以及其他系统级权限的操作。

- **审计设置示例**

AUDIT ALTER，UPDATE ON SC；

NOAUDIT ALTER，UPDATE ON SC；

4.5 数据加密

■ 数据库中数据加密的特殊性。

✓ **OS层加密：**在OS层无法辨认数据库中的数据关系，从而无法产生合理的密钥，对密钥的管理和使用也很难。

✓ **DBMS内核层加密：优点**是加密功能强，可以实现**加密功能与数据库管理系统之间的无缝耦合**。**缺点**是加密运算在服务器端进行，加重了服务器的负载。

✓ **DBMS外层加密：**将数据库加密系统做成DBMS的一个**外层工具**。

■ **本章思考题：**

影响数据库系统安全性的因素有哪些？

■ **本章作业：**

P155 习题5、习题6